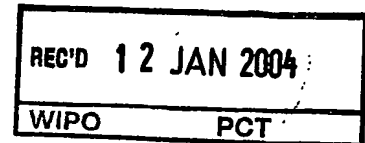


**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 086.2

Anmeldetag: 29. November 2002

Anmelder/Inhaber: Leybold Vakuum GmbH, Köln/DE

Bezeichnung: Kugellager und mit einem Lager dieser Art ausgerüstete Vakuumpumpe

IPC: F 16 C, F 04 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Holß

Kugellager und mit einem Lager dieser Art ausgerüstete Vakuumpumpe

Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit Innenring und Außenring. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf eine Vakuumpumpe, vorzugsweise Turbomolekularvakuumpumpe, mit einem Kugellager dieser Art.

Kugellager der genannten Art dienen der Halterung und Führung drehbarer Maschinenbauteile, in der Regel Wellen. Der Außenring - bei inversen Lagern auch der Innenring - stützt sich auf ein ortsfestes Bauteil (Lagerscheibe, Gehäuse oder dgl.) ab. In aller Regel handelt es sich bei Lagern dieser Art um öl- oder fettgeschmierte Lager. Die Anwendung der Erfindung bei fettfreien Lagern ist ebenfalls möglich. Die Erfindung ist ebenso unabhängig davon, ob die Lager mit oder ohne Käfig ausgeführt sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kugellager der eingangs genannten Art so auszubilden, dass für den Fall des Versagens der Lagerung und Führung des rotierenden Bauteils Schäden an bzw. in der Maschine vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale und Maßnahmen der Patentansprüche gelöst.

Dadurch, dass der Spalt zwischen den einander gegenüberliegenden Flächen relativ klein ist, übernehmen sie bei unkontrollierten Bewegungen der rotierenden Einheit die Funktion von Notlaufflächen. Die rotierende Einheit wird in einem einmaligen Notlauf bis zum Stillstand geführt, ohne dass es zu einem Rotor-Crash kommt. Die bei einem Notlauf erzeugte Reibung ist so hoch, dass die installierte Antriebsleistung nicht mehr ausreicht. Der Wandler des Antriebs schaltet auf Störung, so dass der Stillstand schnell erreicht wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

- Figuren 1 bis 4 Kugellager mit unterschiedlich gestalteten Notlaufflächen und
- Figur 5 eine Reibungsvakuumpumpe mit Notlauflagern der erfindungsgemäßen Art.

Die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Lager 1 weisen jeweils einen Lagerinnenring 2, einen Lageraußenring 3, Kugeln 4 und einen Käfig 5 auf. Die Achse des Lagers 1 ist jeweils mit 6 bezeichnet. In axialer Richtung (in den Figuren 1 bis 4 jeweils oben) ist der Innenraum 7 des Kugellagers 1 von einem Lagerdeckel 8 weitgehend abgeschlossen, und zwar mit einem Sprengring 10, der in einer Innennut 11 im Lageraußenring 3 eingespannt ist.

Üblicherweise sind auf beiden Seiten der Kugeln 4 Lagerdeckel dieser Art vorgesehen.

Um die erfindungsgemäßen Notlauflächen 14, 15 zu bilden, sind ein oder beide Lagerringe 2, 3 mit ringförmigen Vorsprüngen ausgerüstet, die - wenn sie auf der dem Lagerdeckel 8 gegenüberliegenden Seite - angeordnet sind, gleichzeitig die Funktion eines zweiten Lagerdeckels 8 haben. Bei der Lösung nach Figur 1 besitzt der Lageraußenring 3 auf seiner dem Lagerdeckel 8 gegenüberliegenden Seite einen sich in Richtung Innenring 2 erstreckenden Vorsprung 16. Seine Innenfläche bildet eine in Bezug auf die Achse 6 zylindrische Notlaufläche 14. Der dieser Fläche 14 gegenüberliegende Teil der Außenfläche des Innenringes 2 ist die zweite Notlaufläche 15.

Bei der Lösung nach Figur 2 ist der Innenring 2 mit einem sich radial nach außen erstreckende erstreckenden Vorsprung 17 ausgerüstet. Seine Außenfläche und ein Teil der Innenfläche des Außenringes 3 bilden ebenfalls zylindrische Notlauflächen 14, 15.

Bei den Lösungen nach Figur 3 und 4 sind Lagerinnenring 2 und Lageraußenring 3 mit den Vorsprüngen 18, 19 bzw. 21, 22 ausgerüstet. Die einander gegenüberliegenden Notlauflächen 14, 15 sind im Querschnitt stufenförmig (Fig. 3) bzw. bilden mit der Achse 6 den Winkel α . Dadurch werden Notlauflächen geschaffen, die nicht nur bei einem Versagen der radialen, sondern auch der axialen Führung des rotierenden Systems durch die Lager wirksam werden.

Die Größe des Spaltes 24 zwischen den Notlaufflächen 14,15 sollte möglichst klein sein. Er darf jedoch die zulässigen Lagertoleranzen nicht unterschreiten. Die Tatsache, dass die Lagertoleranzen in radialer und in axialer Richtung häufig unterschiedlich sind, muss bei der Wahl der Spaltgröße berücksichtigt werden.

Figur 5 zeigt als Beispiel für eine Reibungsvakuumpumpe eine Turbomolekularpumpe 25, deren Stator mit 26 und deren Rotor mit 27 bezeichnet ist. Sie ist als Compoundpumpe ausgebildet und besitzt eine mit Flügeln bestückte Turbomolekularpumpstufe 28 und eine mit einem Gewinde ausgerüstete Molekularpumpstufe 29. Der Rotor 27 ist teilweise glockenförmig ausgebildet. Innerhalb bzw. etwas unterhalb des von der Glocke umfaßten Raumes 31 ist der Rotor über die Welle 34 in den Lagern 35 und 36 drehbar gelagert. Außerdem ist innerhalb des Raumes 31 der Antriebs-Elektromotor untergebracht, dessen Statorpaket mit 37 und dessen Rotorpaket mit 38 bezeichnet ist. Die Lager 35, 36 und der Rotorstator 37 stützen sich auf einen hülsenförmigen Träger 39 ab.

Zur Versorgung der Lager 35 und 36 mit einem Schmiermittel ist unterhalb der Turbomolekularpumpe 31 ein mit Öl 40 gefüllter Behälter 41 befestigt. Die Antriebswelle 34, die mit ihrem unteren Ende in das Öl eintaucht, weist eine innere Koaxialbohrung 42 auf, die infolge des sich nach oben konisch erweiternden unteren Bereiches 43 eine Förderung des Schmieröls nach oben bewirkt. Durch die Querbohrungen 44 gelangt das Öl zunächst zum oberen Lager 35 und fließt dort infolge

Schwerkraft durch das untere Lager 36 in den Ölbehälter zurück.

Über den Vorvakuumstutzen 45 und die Leitung 46 ist die Turbomolekularpumpe 31 mit der Vorvakuumpumpeinrichtung 47 verbunden. Da zwischen dem Motor-/Lagerraum 31 und dem Vorvakuumstutzen 45 eine Verbindung besteht, herrscht auch im Raum 31 der für den Betrieb der Turbomolekularpumpe erforderliche Vorvakuumdruck. Um zu verhindern, dass von der Turbomolekularpumpe geförderte korrosive Gase in den Lagerraum 31 gelangen, ist eine Sperrgaseinrichtung vorgesehen, die zunächst das in den Lagerraum mündende Gaseinlaßrohr 48 umfaßt. Zum dosierten Einlassen des Sperrgases weist es ein Ventil 50 auf. Das in den Motor-/Lagerraum 31 gelangende Sperrgas (z.B. N_2) durchströmt den Motor sowie das obere Lager 35 und gelangt außerhalb des Lagerträgers 39 zum Auslaßstutzen 45. Das Eindringen von korrosiven Gasen, die von der Turbomolekularpumpe 25 gefördert werden, in den Motor-/Lagerraum 31 wird dadurch verhindert.

Im Rahmen der Erfindung ist/sind ein oder beide Lager 35, 36 so ausgebildet (im einzelnen nicht dargestellt), wie es in einer der Figuren 1 bis 4 dargestellt ist. Ein Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, dass es beim Versagen eines Lagers nicht zu einer Beschädigung der pumpaktiven Flächen (Schaufeln des Rotors/Stators, Gewinde) kommt. Der Spalt 24 zwischen den Notlauflächen 14, 15 bestimmt bei einem Versagen der Lagerung die maximale Auslenkung des Rotors 27 aus seiner Solllage. Dementsprechend eng können auch die Abstände der pumpaktiven Flächen gewählt werden. Je kleiner diese Ab-

stände sind, desto besser sind die Eigenschaften der Pumpe. Weiterhin hat die Tatsache, dass sich zwischen den Lagerringen 2, 3 zumindest des Lagers 35 ein enger, relativ langer Spalt 24 befindet, den Vorteil einer erheblichen Reduzierung der Rate der das Lager durchströmenden Sperrgase. Schließlich erlauben die Vorsprünge an den Lagerringen 2, 3 größere Auflageflächen, die eine Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Lager bewirken.

Der Spalt 24 ist den Lagertoleranzen entsprechend zu wählen. Bei Pumpen der beschriebenen Art ist die Spaltweite zweckmäßig kleiner 0,1, vorzugsweise kleiner 0,05 mm. Die Größe der Notlauflächen wird bestimmt durch die axiale Ausdehnung des Spaltes. Sie sollte nicht unter 1,5 mm liegen, bei geneigten oder stufenförmig ausgebildeten Notlauflächen entsprechend größer.

Von Bedeutung ist, dass die im Fall des Versagens eines Lagers von den Notlauflächen 14, 15 erzeugte Reibung hoch ist, damit der Antrieb des rotierenden Systems auf Störung schaltet. Das Reibverhalten der Notlauflächen 14, 15 hängt vom Werkstoff ab (zweckmäßig gehärteter Wälzlagerstahl). Durch eine Beschichtung einer oder beider Notlauflächen (z. B. mit MoS_2 Teflon) kann nicht nur die Reibung erhöht sondern auch die Fressneigung der gegebenen Materialpaarung reduziert werden.

**Kugellager und mit einem Lager dieser Art ausgerüstete
Vakuumpumpe**

PATENTANSPRÜCHE

1. Kugellager (1) mit Innenring und Außenring, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager zur Drehachse (6) konzentrische Flächen (14, 15) aufweist, von denen eine Bestandteil des rotierenden Lagerringes und die andere Bestandteil des ortsfesten Lagerringes ist, dass die Flächen (14, 15) im Normalbetrieb mit relativ engem Spalt (24) einander gegenüberliegen und dass die Flächen (14, 15) im Versagensfall die Funktion von Notlaufflächen haben.
2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die konzentrischen Flächen (14, 15) axial erstrecken.
3. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrischen Flächen (14, 15) im Querschnitt die Form einer Stufe haben.

4. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die konzentrischen Flächen (14, 14) zur Achse (6) des Lagers geneigt erstrecken.
5. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge (14, 15) gleichzeitig die Funktion eines Lagerdeckels haben.
6. Lager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt zwischen den Notlaufflächen $< 0,1$ mm, vorzugsweise $< 0,05$ mm ist.
7. Lager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff der Oberflächen der Notlaufflächen so gewählt ist, dass der Antrieb des rotierenden Systems die bei einem Notlauf erzeugte Reibung nicht mehr überwinden kann und auf Störung schaltet.
8. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Werkstoff für die Notlaufflächen (14, 15) um Stahl, vorzugsweise gehärteten Wälzlagerstahl, handelt.
9. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden Notlaufflächen (14, 15) beschichtet ist.
10. Reibungsvakuumpumpe mit einem Stator (6) und einem Rotor (27), der sich auf Wälzlager (35, 36) ab-

stützt, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Wälzlager die Merkmale eines oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

11. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einer Sperrgaseinrichtung ausgerüstet ist.

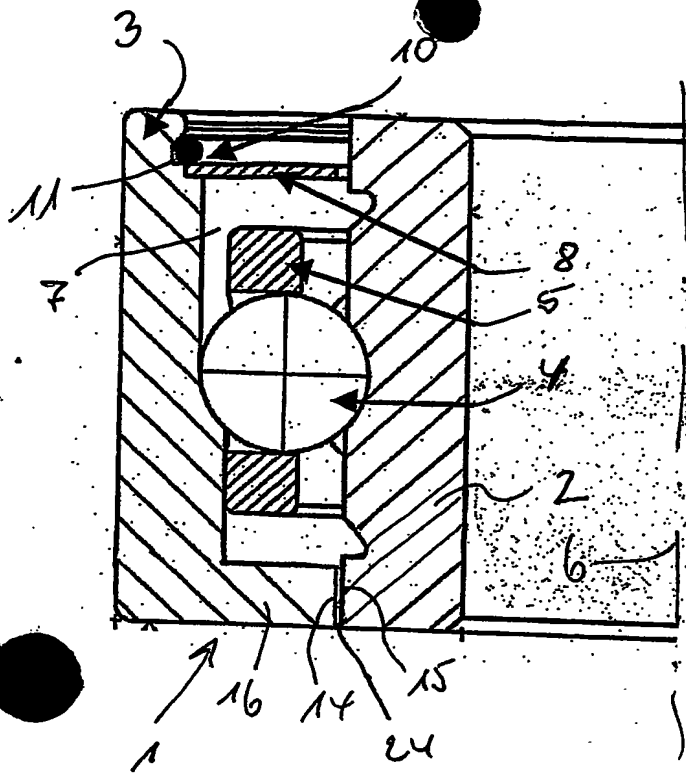


Fig. 1

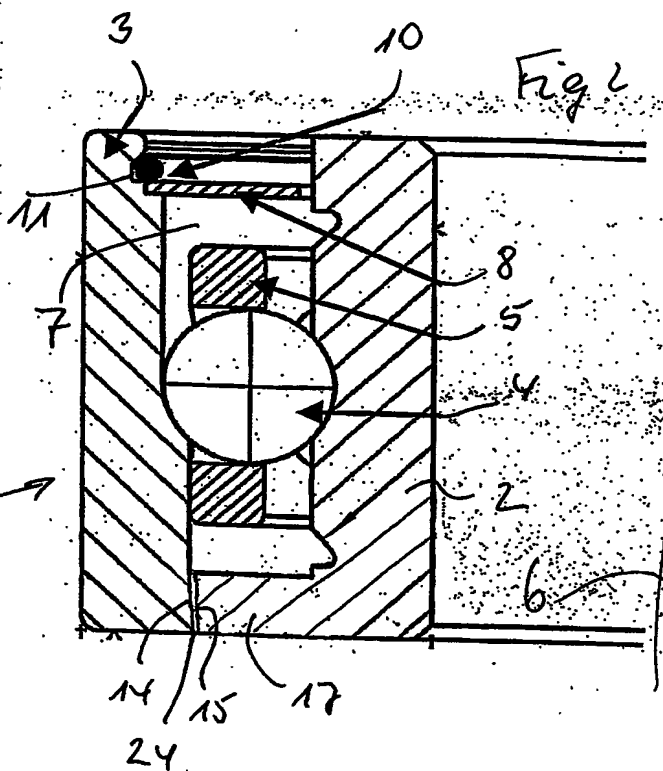


Fig. 2

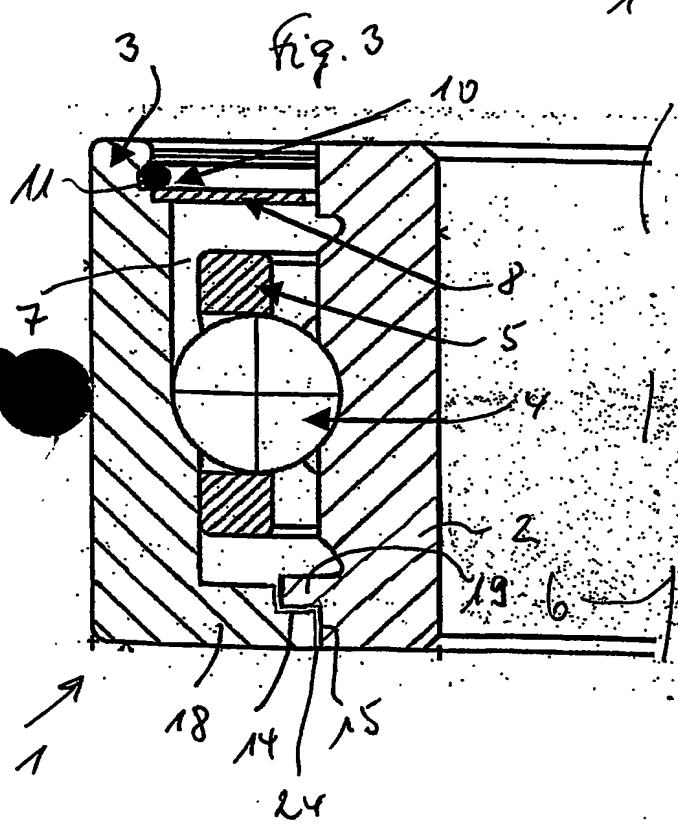


Fig. 3

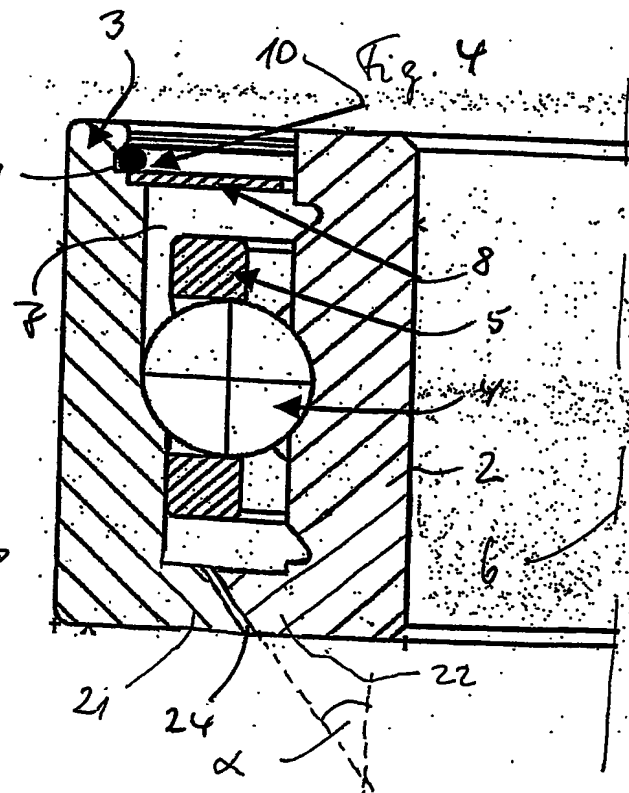


Fig. 4

